



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有底筒状に形成した少なくとも内面が導電性の容器の底部中央に被処理物を載置する載置台が設けてあり、前記容器の開口を封止する封止部材を透過させて容器内へマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に、前記載置台に高周波を印加してプラズマ中のイオンのエネルギーを調整し、調整したプラズマによって前記載置台の載置面上に載置した被処理物を処理する装置において、

前記容器の前記載置面の位置より前記封止部材側の部分は、円形状又は四角形の四隅を弧状にした形状の平面断面の内法寸法を前記封止部材側へ漸減してあることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記容器の前記位置より前記封止部材側の部分の内周面に、容器内へガスを導入する複数の前記ガス導入孔が、容器の周方向へ適宜の間隔で開設してある請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 有底筒状の容器の底面中央に被処理物を載置する載置台が設けてあり、前記容器の開口を封止する封止部材を透過させて容器内へマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に、前記載置台に高周波を印加してプラズマ中のイオンのエネルギーを調整し、調整したプラズマによって前記載置台の載置面上に載置した被処理物を処理する装置において、

前記容器内に少なくとも内面が導電性の筒部材が立設してあり、該筒部材の前記載置面の位置より前記封止部材側の部分は、円形状又は四角形の四隅を弧状にした形状の平面断面の内法寸法を前記封止部材側へ漸減してあることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記筒部材の上端と封止部材との間に適宜の間隙が設けてある請求項 3 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記筒部材の前記位置より前記封止部材側の部分に、筒部材内へガスを導入する複数のガス導入孔が、筒部材の周方向へ適宜の間隔で開設してある請求項 3 又は 4 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記封止部材の表面に対向して設けてあり、マイクロ波を伝播させる環状の導波管と、該導波管の前記封止部材に対向する部分に設けた開口部とを具備するアンテナを備え、前記導波管内へマイクロ波を入射し、前記開口部から前記封止部材へマイクロ波を漏洩させるようになしてある請求項 1 乃至 5 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波を用いて生成したプラズマによって、半導体基板又は液晶ディスプレイ用ガラス基板等にエッチング又はアッシング等の処理を施す装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】反応ガスに外部からエネルギーを与えて生じるプラズマは、L S I 又は L C D 等の製造プロセスにおいて広く用いられている。特に、ドライエッチングプロセスにおいて、プラズマの利用は不可欠の基本技術となっている。このプラズマによって処理される基板の寸法が大きくなるに伴って、より広い領域にプラズマを均一に発生させることが要求されている。また、ドライエッチング技術、及び薄膜形成における埋め込み技術にあっては、プラズマの発生とプラズマ中のイオンのエネルギーとをそれぞれ独立して制御することが求められている。そのため、本願出願人は、特開平 9-266095号公報において次のような装置を提案している。

【 0 0 0 3 】図 8 は、特開平 9-266095号公報に開示したプラズマ処理装置を示す側断面図であり、図 9 は図 8 に示したプラズマ処理装置の部分拡大図である。長方形筒状の反応器 41 は、その全体がアルミニウムで形成されており、電気的に接地してある。反応器 41 の上部にはマイクロ波導入窓が開設してあり、該マイクロ波導入窓は封止板 44 で気密状態に封止されている。この封止板 44 は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス又はアルミナ等の誘電体で形成されている。

【 0 0 0 4 】反応器 41 には、該反応器 41 の上部を覆う長方形箱状のカバー部材 50 が連結してある。このカバー部材 50 内の天井部分には誘電体線路 54 が取り付けられてあり、該誘電体線路 54 と封止板 44 との間にはエアギャップ 55 が形成されている。誘電体線路 54 は、テフロン（登録商標）といったフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂又はポリスチレン樹脂等の誘電体を、矩形と三角形とを組み合わせた略五角形の頂点に凸部を設けた板形状に成形してなり、前記凸部をカバー部材 50 の周面に連結した導波管 61 に内嵌させてある。導波管 61 にはマイクロ波発振器 62 が連結してあり、マイクロ波発振器 62 が発振したマイクロ波は、導波管 61 によって誘電体線路 54 の凸部に入射される。

【 0 0 0 5 】前述した如く、誘電体線路 54 の凸部の基端側は、平面視が略三角形のテーパ部になしてあり、前記凸部に入射されたマイクロ波はテーパ部に倣ってその幅方向に拡げられ誘電体線路 54 の全体に伝播する。このマイクロ波はカバー部材 50 の導波管 61 に対向する端面で反射し、誘電体線路 54 に定在波が形成される。

【 0 0 0 6 】反応器 41 の内部は処理室 42 になっており、処理室 42 の周囲壁を貫通する貫通穴に嵌合させたガス導入管 57 から処理室 42 内に所要のガスが導入される。処理室 42 の底部壁中央には、試料 W を載置する載置台 43 が設けてあり、載置台 43 にはマッチングボックス 46 を介して高周波電源 47 が接続されている。また、反応器 41 の周面には排気口 48 が開設してあり、排気口 48 から処理室 42 の内気を排出するようになしてある。

【 0 0 0 7 】反応器 41 の内周面には環状凸部 41a が反応

器41の上端と面一になるように設けてあり、該環状凸部41aの先端から環状凸部41aの下面にわたる部分は、環状の対向電極63によって覆ってある。なお、環状凸部41aの上面は封止板44に当接している。対向電極63と反応器41との間には間隙が設けてあり、該間隙にはアルミナ製の絶縁板64が嵌合してある。また、対向電極63は、環状凸部41a及び該環状凸部41aを設けた反応器本体を介して電気的に接地されている。これによって、対向電極63は接地電極として作用する。

【0008】このようなプラズマ処理装置を用いて試料Wの表面にエッチング処理を施すには、排気口48から排気して処理室42内を所望の圧力まで減圧した後、ガス導入管57から処理室42内に反応ガスを供給する。次いで、マイクロ波発振器62からマイクロ波を発振させ、これを導波管61を介して誘電体線路54に導入する。このとき、誘電体線路54のテーパ部によってマイクロ波は誘電体線路54内で均一に拡がり、誘電体線路54内に定在波を形成する。この定在波によって、誘電体線路54の下方に漏れ電界が形成され、それがエアギャップ55及び封止板44を透過して処理室42内へ導入される。このようにして、マイクロ波を処理室42内へ伝播させ、該マイクロ波によって処理室42内にプラズマを生成させる。これによって、比較的大きな外寸の試料Wを処理すべく反応器41の直径を大きくしても、その反応器41の全領域へマイクロ波を均一に導入することができる。

【0009】また、マイクロ波発振器62の発振と同時的にマッチングボックス46を介して高周波電源47から載置台43に高周波を印加する。これによって、載置台43－プラズマ－対向電極63との間で電気回路が形成され、試料Wの表面にバイアス電圧が発生する。このバイアス電圧を調整することによって、プラズマ中のイオンの加速（イオンのエネルギー）を制御しつつ、載置台43上の試料Wの表面をエッチングする。これにより、プラズマの生成と、プラズマ中のイオンのエネルギーとをそれぞれ独立して制御することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平9-266095号公報に開示したプラズマ処理装置では、載置台43に高周波を印加した場合、載置台43－プラズマ－対向電極63との間で形成される電気回路によって、比較的表面積が狭い対向電極63に高周波電流が流通するため、対向電極63の表面のスパッタリングレートが高く、パーティクルの発生及び対向電極63の短命化を招来するという問題があった。

【0011】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、試料を載置する載置台に高周波を印加する場合であっても、パーティクルの発生を低減することができ、部品の寿命を長くすることができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1発明に係るプラズマ処理装置は、有底筒状に形成した少なくとも内面が導電性の容器の底部中央に被処理物を載置する載置台が設けてあり、前記容器の開口を封止する封止部材を透過させて容器内へマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に、前記載置台に高周波を印加してプラズマ中のイオンのエネルギーを調整し、調整したプラズマによって前記載置台の載置面上に載置した被処理物を処理する装置において、前記容器の前記載置面の位置より前記封止部材側の部分は、円形状又は四角形の四隅を弧状にした形状の平面断面の内法寸法を前記封止部材側へ漸減してあることを特徴とする。

【0013】第2発明に係るプラズマ処理装置は、第1発明において、前記容器の前記位置より前記封止部材側の部分の内周面に、容器内へガスを導入する複数の前記ガス導入孔が、容器の周方向へ適宜の間隔で開設してあることを特徴とする。

【0014】第3発明に係るプラズマ処理装置は、有底筒状の容器の底面中央に被処理物を載置する載置台が設けてあり、前記容器の開口を封止する封止部材を透過させて容器内へマイクロ波を導入してプラズマを生成すると共に、前記載置台に高周波を印加してプラズマ中のイオンのエネルギーを調整し、調整したプラズマによって前記載置台の載置面上に載置した被処理物を処理する装置において、前記容器内に少なくとも内面が導電性の筒部材が立設してあり、該筒部材の前記載置面の位置より前記封止部材側の部分は、円形状又は四角形の四隅を弧状にした形状の平面断面の内法寸法を前記封止部材側へ漸減してあることを特徴とする。

【0015】第4発明に係るプラズマ処理装置は、第3発明において、前記筒部材の上端と封止部材との間に適宜の間隙が設けてあることを特徴とする。

【0016】第5発明に係るプラズマ処理装置は、第3又は第4発明において、前記筒部材の前記位置より前記封止部材側の部分に、筒部材内へガスを導入する複数のガス導入孔が、筒部材の周方向へ適宜の間隔で開設してあることを特徴とする。

【0017】第6発明に係るプラズマ処理装置は、第1乃至第5発明の何れかにおいて、前記封止部材の表面に対向して設けてあり、マイクロ波を伝播させる環状の導波管と、該導波管の前記封止部材に対向する部分に設けた開口部とを具備するアンテナを備え、前記導波管内へマイクロ波を入射し、前記開口部から前記封止部材へマイクロ波を漏洩させるようになしてあることを特徴とする。

【0018】第1及び第3発明のプラズマ処理装置にあつては、載置台に高周波を印加した場合、載置台－プラズマ－導電性の容器の載置面を覆う部分の内周面又は導電性の筒部材の載置面を覆う部分の内周面との間で電気回路が形成され、載置台の載置面上に載置した被処理物

の表面にバイアス電圧が発生する。即ち、容器の内周面又は筒部材の内周面は、電気的に接地した対向電極として作用する。このバイアス電圧を調整することによって、プラズマ中のイオンのエネルギーを調整しつつ、載置台上に載置した被処理物の表面をプラズマ処理する。

【0019】容器又は筒部材の前記載置面の位置より封止部材側の部分は、平面断面の口形が、円形状又は四角形の四隅を弧状にした形状であり、平面断面の内法寸法を前記封止部材側へ向かうにつれて漸次小さくしてある。平面断面の口形が円形状の容器又は筒部材を備えるプラズマ処理装置では、円板状の被処理物を処理し、平面断面の口形が四角形の四隅を弧状にした形状の容器又は筒部材を備えるプラズマ処理装置では、四角形状の被処理物を処理する。

【0020】このとき、被処理物と、容器の載置面より封止部材側の部分、即ち容器の載置面を覆う部分の内周面との間の最短寸法、又は、被処理物と、筒部材の載置面より封止部材側の部分、即ち筒部材の載置面を覆う部分の内周面との間の最短寸法は、前記内周面の何れの位置において略同じである。そのため、容器又は筒部材の前記内周面に電界の集中が発生せず、また、従来の装置に設けてある対向電極に比べて、対向電極たる容器の前記内周面又は筒部材の前記内周面の面積が広いこと、前記内周面のスパッタリングレートが低く、パーティクルの発生が抑制され、従って、対向電極の寿命が長い。

【0021】第2及び第5発明のプラズマ処理装置においては、容器又は筒部材の前記内周面に開設した複数のガス導入孔から容器内又は筒部材内へ、プラズマを生成するための反応ガスを導入するため、容器内又は筒部材内に均一に反応ガスを導入することができ、生成されるプラズマの密度も容器内又は筒部材内で均一化することができる。また、容器内又は筒部材内のプラズマが生成される領域から容器又は筒部材の前記内周面の任意の位置までの距離が略等しい。従って、対向電極たる容器又は筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。

【0022】一方、容器内又は筒部材内に均一に反応ガスを導入することができるため、被処理物の全領域において略均一な速度で処理することができる。更に、反応ガスはほとんどが、容器内又は筒部材内のプラズマが生成される領域内へ直接供給されるのに加えて、供給された反応ガスは前述した電気回路中に比較的長い時間滞在するため、反応ガスの利用効率が高い。

【0023】第4発明のプラズマ処理装置においては、容器内に導入された反応ガスは、容器と筒部材との間隙へ拡散して筒部材の周方向へ周り込みながら、筒部材の上端と封止部材との間の間隙から筒部材内へ進入するため、筒部材内に均一に反応ガスを導入することができる。これによって、前同様、対向電極たる筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極

の寿命を更に長くすることができる。

【0024】第6発明のプラズマ処理装置においては、アンテナ内に入射されたマイクロ波は環状の導波管内を互いに逆方向へ進行する進行波となって伝播し、両進行波が重なり合って定在波が形成される。この定在波によって、導波管の内面に所定の間隔で極大になる電流が通流し、この電流によって、導波管に開設した開口部を挟んで導波管の内外で電位差が生じ、この電位差によって開口部から封止部材へ電界が漏洩する。即ち、アンテナから封止部材へマイクロ波が伝播する。このマイクロ波は封止部材を透過して容器内へ導入され、そのマイクロ波によってプラズマが生成される。

【0025】これによって、容器内又は筒部材内へマイクロ波を均一に導入することができるため、生成されるプラズマの密度も容器内又は筒部材内で均一化することができる。また、容器内又は筒部材内のプラズマが生成される領域から、容器内又は筒部材の前記内周面の任意の位置までの距離が略等しい。従って、容器又は筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。

（実施の形態1）図1は本発明に係るプラズマ処理装置の構造を示す側断面図であり、図2は図1に示したプラズマ処理装置の平面図である。アルミニウム製の反応器1は、開口が円形の有底筒状をしており、電気的に接地してある。反応器1の上部にはマイクロ波導入窓が開設してあり、該マイクロ波導入窓は、封止板4によって気密状態に封止されている。この封止板4は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス又はアルミナ等の誘電体で形成されている。

【0027】前述した封止板4には、導電性金属を円形蓋状に成形してなるカバー部材10が外嵌してあり、該カバー部材10は反応器1上に固定してある。カバー部材10の上面には、反応器1内へマイクロ波を導入するためのアンテナ11が設けてある。アンテナ11は、カバー部材10の上面に固定してあり、断面視がコ字状の部材を環状に成形してなる環状導波管型アンテナ部12を備えている。そして、カバー部材10の環状導波管型アンテナ部12に対向する部分に、複数の開口部15、15、…が開設してある。

【0028】環状導波管型アンテナ部12は、反応器1の内周面より少し内側に、反応器1の中心軸と同心円上に設けてあり、その外周面に設けた開口（導入口）の周囲には該環状導波管型アンテナ部12へマイクロ波を導入するための導入部13が、環状導波管型アンテナ部12の直径方向になるように連結してある。即ち、本実施の形態では、アンテナ11、及びカバー部材10の環状導波管型アンテナ部12に対向する部分（開口部15、15、…を含む）に

よって、環状導波管型のアンテナが構成してある。前述した導入部13及び環状導波管型アンテナ部12内には、テフロン（登録商標）といったフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂又はポリスチレン樹脂（好ましくはテフロン）等の誘電体14が内嵌してある。

【0029】導入部13にはマイクロ波発振器20から延設した導波管21が連結しており、マイクロ波発振器20が発振したマイクロ波は、導波管21を経てアンテナ11の導入部13に入射される。この入射波は、導入部13から環状導波管型アンテナ部12へ導入される。環状導波管型アンテナ部12へ導入されたマイクロ波は、環状導波管型アンテナ部12を互いに逆方向へ進行する進行波として、該環状導波管型アンテナ部12内の誘電体14中を伝播し、両進行波が重なり合って定在波が生成される。この定在波によって、環状導波管型アンテナ部12の内面に、所定の間隔で極大値を示す電流が流通する。

【0030】図3は、図1及び図2に示した開口部15、15、…を説明する説明図である。図3に示したように、開口部15、15、…は、カバー部材10（図2参照）の環状導波管型アンテナ部12に対向する部分に、環状導波管型アンテナ部12の直径方向へ、即ち環状導波管型アンテナ部12内を伝播するマイクロ波の進行方向に直交するように短冊状に開設してある。

【0031】各開口部15、15、…は、導入部13の中心線を延長した延長線Lと前述した円Cとが交わる2点の内、導入部13から離隔した側である交点P<sub>1</sub>から、円Cに倣ってその両方へ、それぞれ $(2n-1) \cdot \lambda g / 4$ （nは整数、 $\lambda g$ はアンテナ内を伝播するマイクロ波の波長）を隔てた位置に、2つの開口部15、15を開設してあり、両開口部15、15から、円Cに倣ってその両方へ、 $m \cdot \lambda g / 2$ （mは整数）の間隔で複数の他の開口部15、15、…がそれぞれ開設してある。

【0032】各開口部15、15、…は、環状導波管型アンテナ部12内に形成される複数の強電界強度の領域の間の略中央に位置しており、各開口部15、15、…から強電界強度の電界が漏出し、該電界は封止板4を透過して反応器1内へ導入される。つまり、反応器1内へプラズマを生成するマイクロ波が導入される。

【0033】なお、本実施の形態では、開口部15、15、…は、環状導波管型アンテナ部12内を伝播するマイクロ波の進行方向に直交するように開設してあるが、本発明はこれに限らず、前記マイクロ波の進行方向に斜めに交わるように開口部を開設してもよく、また、マイクロ波の進行方向に開設してもよい。反応器1内に生成されたプラズマによって、アンテナ11内を伝播するマイクロ波の波長が変化して、環状導波管型アンテナ部12の周壁に流通する電流の極大値を示す位置が変化する可能性があるが、マイクロ波の進行方向に斜めに開設した開口部又はマイクロ波の進行方向に開設した開口部にあっては、電流の極大値を示す位置の変化を開口部の領域内に取り込

むことができる。

【0034】前述したように各開口部15、15、…は、カバー部材10に略放射状に設けてあるため、反応器1の直径が大きくても、マイクロ波は反応器1内の全領域に均一に導入される。

【0035】処理室2の底部壁中央であって、封止板4から適宜距離を隔てた位置には、アルミニウム電極の表面にアルミナ等の絶縁層が溶射によって形成してあり、試料Wを静電吸着する載置台3が設けてあり、載置台3にはマッチングボックス6を介して高周波電源7が接続されている。また、反応器1の底部壁には排気口8が開設してあり、排気口8から処理室2の内気を排出するようになしてある。

【0036】反応器1の載置台3の上面（載置面）の位置より下側の部分は円筒状である。反応器1の前記位置より上側の部分は、上方に向うにつれて内径を漸次小さくして、内周面を頭断半球形状になしてあり、この上側内周面内の任意の位置と載置台3の中心との間の距離は互いに略同じである。この距離をaとすると、直径が200mmのシリコンウェハをプラズマ処理するために、例えば、反応器1の下端開口の内径を400mmに、封止板4と載置台3との間の距離を100mmにした場合、距離aは200mm～220mmに設定する。なおこのとき、反応器1の上端開口の内径は346mm～392mmであり、環状導波管型アンテナ部12の外径及び内径は、340mm及び220mmである。

【0037】なお、これらの寸法は、反応器1の上側部分の内周面の面積が可及的に広くなるように設定するが、この際、所要の排気性能を得るための載置台3と前記内周面との間の距離、及び、所要のプラズマ発生領域を得るための反応器1の上端開口の内径等を考慮し、更に製造コスト等も考慮して設定する。

【0038】反応器1の前記位置より上側の部分の内部には、ガスを流通させる環状のガス流通路18が開設してある。該ガス流通路18の適宜の位置から反応器1の外周面へ、その部分を貫通する貫通孔が延設してあり、該貫通孔にはガス導入管17が内嵌してある。前述した上側内周面には、ガスを導入する複数のガス導入孔19、19、…が周方向に適宜距離を隔てて開設してあり、各ガス導入孔19、19、…はガス流通路18にそれぞれ連通させてある。ガス導入管17からガス流通路18へ供給されたガスは、ガス流通路18内を環流しつつ、各ガス導入孔19、19、…からそれぞれ処理室2内へ導入される。

【0039】このようなプラズマ処理装置を用いて円板状の試料Wの表面にエッチング処理を施すには、排気口8から排気して処理室2内を所望の圧力まで減圧した後、ガス導入管17及びガス流通路18を介してガス導入孔19、19、…から処理室2内に反応ガスを供給する。次いで、マイクロ波発振器20からマイクロ波を発振させ、それを導波管21を経てアンテナ11に導入し、そこに定在波

を形成させる。この定在波によって、アンテナ11の開口部15, 15, …から漏洩した電界は、封止板4を透過して処理室2内へ導入され、処理室2内にプラズマが生成される。

【0040】また、マイクロ波発振器20の発振と同時的にマッチングボックス6を介して高周波電源7から載置台3に高周波を印加する。これによって、載置台3－プラズマ反応器1の上側内周面との間で電気回路が形成され、試料Wの表面にバイアス電圧が発生する。即ち、反応器1の上側内周面は、電気的に接地した対向電極として作用する。このバイアス電圧を調整することによって、プラズマ中のイオンの加速（イオンのエネルギー）を制御しつつ、載置台3の中央に載置した試料Wの表面をエッチングする。

【0041】表面にシリコン酸化（ $\text{SiO}_2$ ）層が形成してある試料Wをエッチングする場合、試料Wの表面に高バイアスを印加するが、前述した如く、円板状の試料Wから反応器1の上側内周面までの最短寸法は、前記内周面の何れの位置において略同じであるため、反応器1の上側内周面に電界の集中が発生せず、また、従来の装置に設けてある対向電極に比べて、対向電極たる反応器1の上側内周面の面積が広いいため、反応器1の上側内周面のスパッタリングレートが低く、パーティクルの発生が抑制され、従って対向電極の寿命が長い。

【0042】ところで、反応器1の上側内周面に開設したガス導入孔19, 19, …から処理室2内へ反応ガスを導入するため、処理室2内に均一に反応ガスを導入することができ、生成されるプラズマの密度も処理室2内で均一化することができる。また、処理室2内のプラズマが生成される領域から反応器1の上側内周面の任意の位置までの距離が略等しい。これらのことによって、反応器1の上側内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。

【0043】一方、処理室2内に均一に反応ガスを導入することができるため、試料Wの全領域において略均一な速度で処理することができる。更に、反応ガスはそのほとんどが、処理室2内のプラズマが生成される領域内へ直接供給されるのに加えて、供給された反応ガスは前述した電気回路中に比較的長い時間滞在するため、反応ガスの利用効率が高い。

【0044】（実施の形態2）図4は、実施の形態2を示す側断面図であり、反応器1a内に、対向電極として導電性の内筒31が設けてある。なお、図中、図1に示した部分に対応する部分には同じ番号を付してその説明を省略する。図4に示した如く、有底円筒状の反応器1a内には、開口が円形である筒状の内筒31が、反応器1aの中心軸の同心円上になるように、反応器1aの底面に着脱自在に立設してあり、内筒31の上端と封止板4との間には適宜の隙間が設けてある。これら反応器1a及び内筒31はアルミニウムで形成してあり、両者は各別に電気的に接地

してある。

【0045】内筒31の載置台3の上面の位置より下側の部分は円筒状である。内筒31の前記位置より上側の部分は、上方に向うにつれて内径を漸次小さくして頭断半球形状になしてあり、載置台3の中心から半径rの円上の任意の位置から、内筒31の載置台3の上面に臨む上側内周面までの最短距離は何れの位置でも略同じである。

【0046】この最短距離を距離bとすると、直径が300mmのシリコンウェハをプラズマ処理するために、例えば、反応器1aの内径を略500mmに、封止板4と載置台3との間の距離を略120mmに、半径rを100mmにした場合、距離bは130mm～145mmに設定する。このとき、内筒31の上端開口及び下端開口の内径は300mm～363mm及び460mm～490mmであり、環状導波管型アンテナ部12の外径及び内径は、350mm及び220mmである。なお、半径rは0mm～150mmに設定することができる。

【0047】反応器1aの上端近傍には該反応器1aを貫通する貫通孔が開設してあり、該貫通孔にはガス導入管17が嵌合してある。このガス導入管17から反応器1a内へ導入された反応ガスは、反応器1aと内筒31との間の領域に拡散すると共に、排気口8からの排気に伴って、内筒31の上端と封止板4との隙間から内筒31内へ進入する。

【0048】内筒31内にはアンテナ11からマイクロ波が供給されるようになっており、該マイクロ波によって内筒31内へ進入した反応ガスが励起されてプラズマが生成される。また、マイクロ波の供給と並行して、載置台3にマッチングボックス6を介して高周波電源7から高周波を印加する。これによって、載置台3－プラズマ反応器1の上側内周面との間で電気回路が形成され、試料Wの表面にバイアス電圧が発生する。即ち、内筒31の上側内周面は、電気的に接地した対向電極として作用する。このバイアス電圧を調整することによって、プラズマ中のイオンの加速（イオンのエネルギー）を制御しつつ、載置台3の中央に載置した円板状の試料Wの表面をエッチングする。

【0049】このとき、試料Wから内筒31の上側内周面までの最短寸法は、前記内周面の何れの位置において略同じであるため、前同様、内筒31に電界の集中が発生せず、また、従来の装置に設けてある対向電極に比べて、対向電極たる内筒31の上側内周面の面積が広いいため、内筒31のスパッタリングレートが低く、パーティクルの発生が抑制され、従って対向電極の寿命が長い。

【0050】ところで、反応器1a内のプラズマが生成される領域を内筒31で覆ってあるため、反応器1aの内周面が反応生成物によって汚染されることが防止される。一方、内筒31は着脱自在に設けてあるため、内筒31の洗浄を容易に行うことができ、それによってパーティクルの発生を回避することができる。

【0051】（実施の形態3）図5は実施の形態3を示



す側断面図であり、矩形の試料Wをプラズマ処理するようになしてある。また、図6及び図7は、図5に示したプラズマ処理装置の平面図及び平面断面図である。なお、これらの図中、図1及び図2、並びに図4に示した部分に対応する部分には同じ番号を付してその説明を省略する。

【0052】有底正方形筒状の反応器1bの開口はマイクロ波導入窓になっており、該マイクロ波導入窓は正方形形状の封止板4によって封止してある。封止板4には、導電性金属を正方形蓋状に成形してなるカバー部材10が外嵌固定してあり、カバー部材10の上面には、環状導波管型アンテナ部12及び導入部13を備えるアンテナ11が設けてある。また、カバー部材10の環状導波管型アンテナ部12に対向する部分に、複数の開口部15、15、…が開設してある。

【0053】反応器1b内には後述する内筒32が、反応器1bの中心軸と同軸状に、反応器1bの底面に着脱自在に立設してあり、内筒32の上端と封止板4との間には適宜の間隙が設けてある。内筒32の口形は、正方形の四隅を円弧状にした形状である。内筒32の載置台3の上面の位置より上側の部分は、上方に向かうにつれて内法を相似形状に漸次小さくしてあり、載置台3の中心を中心に、一辺がcの正方形の縁上の任意の位置から、内筒32の載置台3の上面に臨む上側内周面までの最短距離は何れも略同じである。

【0054】この最短距離を距離dとすると、一辺が250mmである正方形の基板をプラズマ処理するために、例えば、反応器1bの内法を一辺が略500mmに、封止板4と載置台3との間の距離を略100mmに、寸法cを50mmにした場合、距離dは180mm〜220mmに設定する。このとき、内筒32の上端開口及び下端開口の内径は350mm×350mm〜442mm×442mm及び410mm×410mm〜490mm×490mmであり、環状導波管型アンテナ部12の外径及び内径は、350mm及び220mmである。なお、寸法cは0mm（即ち、載置台3の中心）〜正方形の試料Wの一辺の寸法に設定することができる。

【0055】反応器1bの上端近傍にはガス導入管17が設けてあり、内筒32のガス導入管17の位置より少し高い位置には、内筒32を貫通する複数のガス進入用孔39、39、…が内筒32の周方向へ所定の間隔で開設してある。ガス導入管17から反応器1b内へ導入された反応ガスは、反応器1bと内筒32との間の領域に拡散すると共に、排気口8からの排気に伴って、内筒32の上端と封止板4との間隙、及びガス進入用孔39、39、…から内筒32内へ進入する。

【0056】前同様、内筒32内にはアンテナ11からマイクロ波が供給されるようになっており、該マイクロ波によって内筒32内へ進入した反応ガスが励起されてプラズマが生成される。また、マイクロ波の供給と並行して、

載置台3にマッチングボックス6を介して高周波電源7から高周波を印加する。これによって、載置台3ープラズマ内筒32の上側内周面との間で電気回路が形成され、試料Wの表面にバイアス電圧が発生する。このバイアス電圧を調整することによって、プラズマ中のイオンの加速を制御しつつ、載置台3の中央に載置した矩形形状の試料Wの表面をエッチングする。

【0057】このとき、試料Wから内筒32の上側内周面までの最短寸法は、前記内周面の何れの位置においても略同じであるため、前同様、内筒32に電界の集中が発生せず、また、従来の装置に設けてある対向電極に比べて、対向電極たる内筒32の上側内周面の面積が広いため、内筒32のスパッタリングレートが低く、パーティクルの発生が抑制され、従って対向電極の寿命が長い。

【0058】また、内筒32に設けた複数のガス進入用孔39、39、…から内筒32内へガスが進入するようにしてあるため、内筒32内に均一に反応ガスを導入することができる。また、内筒32内のプラズマが生成される領域から内筒32の上側内周面の任意の位置までの距離が略等しい。これらのことによって、反応器1bの上側内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。

【0059】

【実施例】次に比較試験を行った結果について説明する。

（実施例1）図8に示した従来のプラズマ処理装置及び図1に示した本発明の実施の形態1に係るプラズマ処理装置によって、表面にシリコン酸化膜を1μmの厚さに成膜した直径150mmのシリコンウェハを、それぞれ25枚連続的にプラズマ処理し、シリコンウェハ上に生じた直径0.2μm以上のパーティクル数を測定した。なお、処理条件は何れも以下のように設定した。

マイクロ波の周波数	: 2.45GHz
高周波の周波数	: 400kHz
エッチングガス	: CHF <sub>3</sub>
ガス導入量	: 20mL/min
圧力	: 4Pa
マイクロ波電力	: 1300W
高周波電力	: 1000W
載置台温度	: 0℃

【0060】従来のプラズマ処理装置で処理した場合、シリコンウェハ上に平均50個程度のパーティクルが発生していた。これに対し、実施の形態1に係るプラズマ処理装置で処理した場合、シリコンウェハ上のパーティクルの個数は、平均20個程度であり、従来の場合の半分以下に低減することができた。一方、実施の形態1に係るプラズマ処理装置にあっては、対向電極たる反応器1の上側内周面の消耗は検出されず、対向電極の寿命が長い。一方、高周波の反射電力及びVpp等も安定して

おり、シリコンウェハに高周波バイアスが安定して印加されていることも確認された。

【0061】（実施例2）本実施例では、実施例1で用いた本発明の実施の形態1に係るプラズマ処理装置に代えて、図4に示した実施の形態2に係るプラズマ処理装置を用い、前同様のプラズマ処理を行った。その結果、シリコンウェハ上のパーティクルの個数は、20個以下であり、前同様、従来の場合の半分以上に低減することができた。一方、実施の形態2に係るプラズマ処理装置にあっては、対向電極たる内筒31の上側内周面の消耗は

【0062】

【発明の効果】以上詳述した如く、第1及び第3発明に係るプラズマ処理装置にあっては、容器又は筒部材の前記内周面に電界の集中が発生せず、また、従来の装置に設けてある対向電極に比べて、対向電極たる容器の前記内周面又は筒部材の前記内周面の面積が広いため、前記内周面のスパッタリングレートが低く、パーティクルの発生が抑制され、従って、対向電極の寿命が長い。

【0063】第2及び第5発明に係るプラズマ処理装置にあっては、対向電極たる容器又は筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。一方、容器内又は筒部材内に均一に反応ガスを導入することができるため、被処理物の全領域において略均一な速度で処理することができる。更に、反応ガスはそのほとんどが、容器内又は筒部材内のプラズマが生成される領域内へ直接供給されるのに加えて、供給された反応ガスは載置台—プラズマ容器又は筒部材の上側内周面との間の電気回路中に比較的長い時間滞在するため、反応ガスの利用効率が高い。

【0064】第4発明に係るプラズマ処理装置にあっては、筒部材内に均一に反応ガスを導入することができるため、対向電極たる筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる。

【0065】第6発明に係るプラズマ処理装置にあっては、容器内又は筒部材内へマイクロ波を均一に導入することができるため、生成されるプラズマの密度も容器内又は筒部材内で均一化することができる。従って、容器又は筒部材の前記内周面のスパッタリングレートが均一化され、対向電極の寿命を更に長くすることができる等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の構造を示す側断面図である。

【図2】図1に示したプラズマ処理装置の平面図である。

【図3】図1及び図2に示した開口部を説明する説明図である。

【図4】実施の形態2を示す側断面図である。

【図5】実施の形態3を示す側断面図である。

【図6】図5に示したプラズマ処理装置の平面図である。

【図7】図5に示したプラズマ処理装置の平面断面図である。

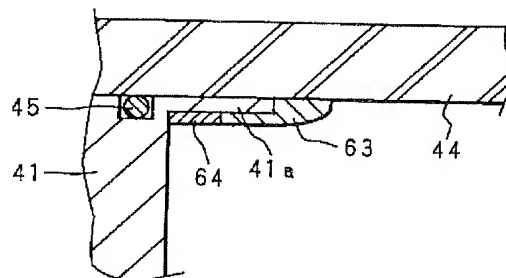
【図8】特開平 9-266095号公報に開示したプラズマ処理装置を示す側断面図である。

【図9】図8に示したプラズマ処理装置の部分拡大図である。

【符号の説明】

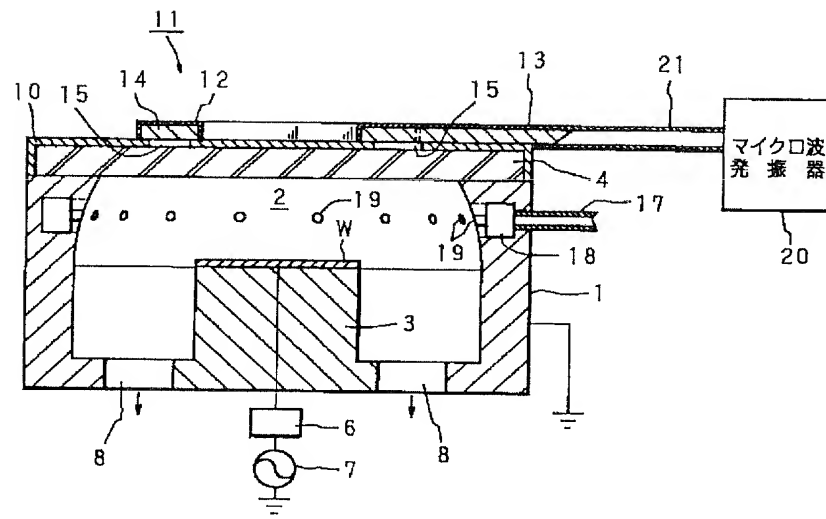
1	反応器
2	処理室
3	載置台
4	封止板
10	カバー部材
11	アンテナ
12	環状導波管型アンテナ部
13	導入部
15	開口部
W	試料
C	円
L	延長線
P <sub>1</sub>	交点

【図9】

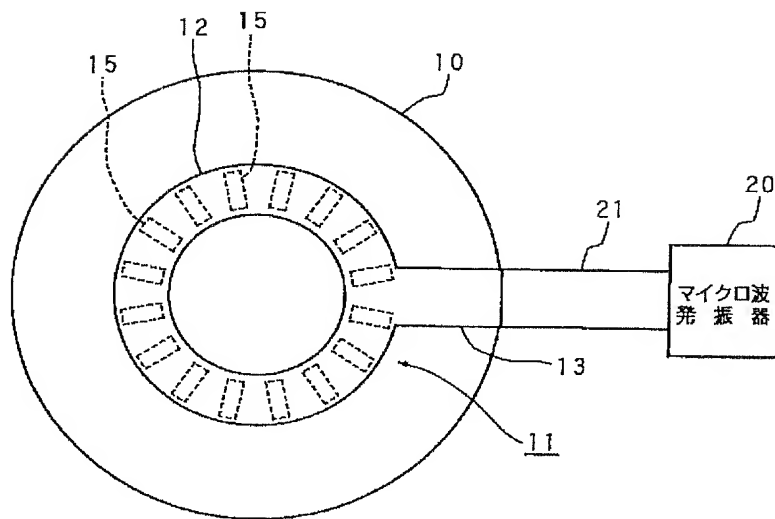




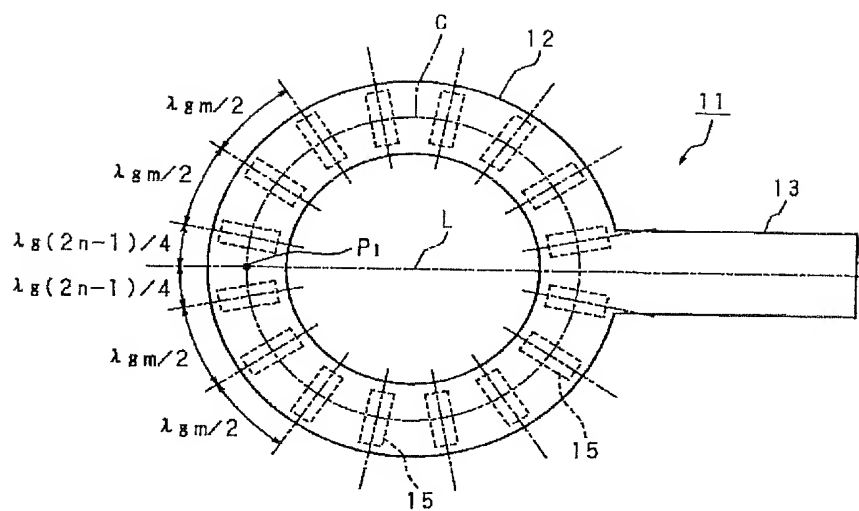
【図 1】



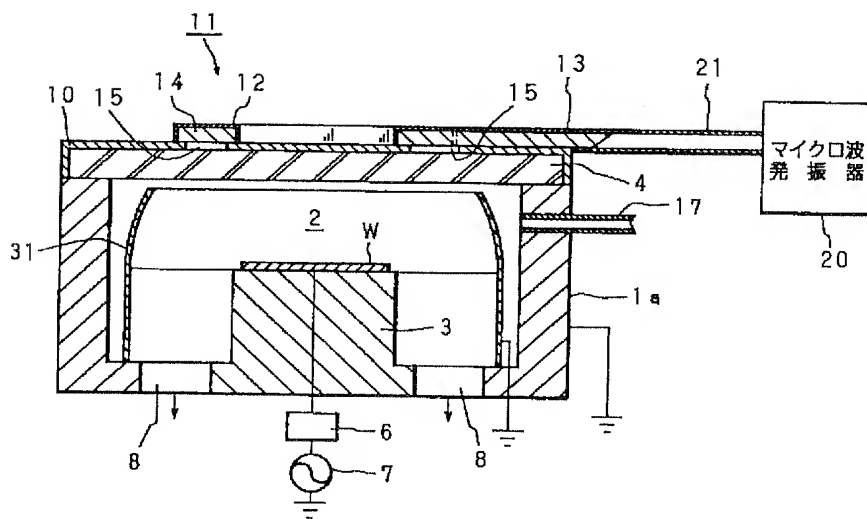
【図 2】



【図 3】

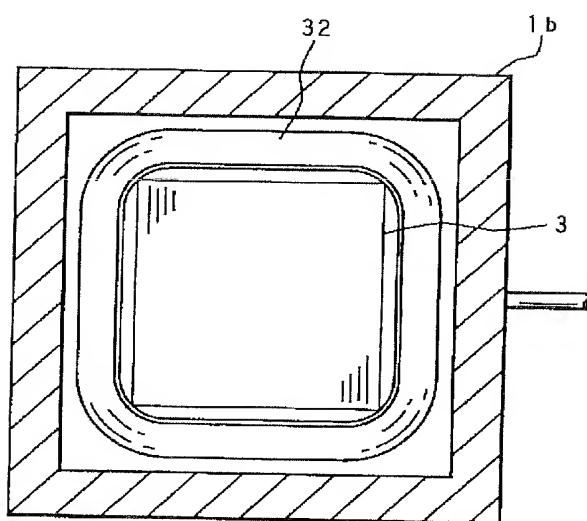


【図 4】

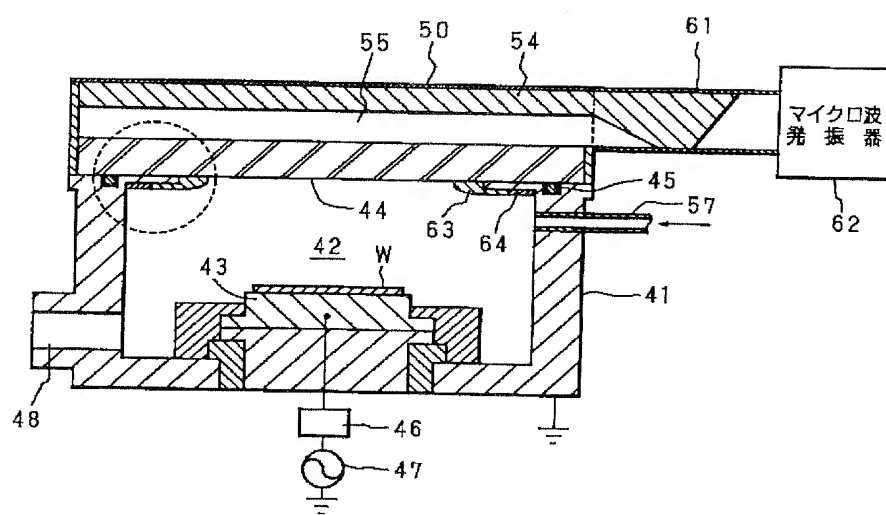




【図 7】



【図 8】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-110781

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/31

H05H 1/46

(21)Application number : 11-288876

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 08.10.1999

(72)Inventor : MABUCHI HIROTSUGU

## (54) PLASMA-PROCESSING DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma-processing device capable of reducing generation of particles and elongating the life of a part, even if a high-frequency power is applied to a base for sample mounting.

SOLUTION: A portion lower than the top surface of a base 3 of a reaction chamber 1 is shaped like a cylinder. A portion which is above the portion of the reaction chamber 1 has a diameter gradually decreasing toward the top of the chamber 1, and its inner peripheral surface is shaped like a semi-sphere with a cut head to make the distances from arbitrary positions on the inner peripheral surface to the base 3 nearly equal to each other. Plural gas inlet ports 19 for introducing gas are formed with suitable intervals in the circumferential direction in the upper side inner peripheral surface of the reaction chamber 1 and communicate with gas passages 18, respectively.

